

**IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: **WERNER et al.**  
Serial No.: To Be Assigned  
Filed: Herewith  
For: **SLIP CONTROL METHOD FOR A CLUTCH**

**LETTER RE: PRIORITY**

Mail Stop PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450


February 11, 2004

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Patent Application No. 101 40 127.2, filed August 16, 2001, through International Patent Application Serial No. PCT/DE02/02913, filed August 8, 2002.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By  \_\_\_\_\_

William C. Gehris  
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC  
485 Seventh Avenue, 14<sup>th</sup> Floor  
New York, New York 10018  
(212) 736-1940

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 40 127.2

**Anmeldetag:** 16. August 2001

**Anmelder/Inhaber:** LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,  
Bühl, Baden/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Schlupfsteuerung einer Kupplung

**IPC:** F 16 D, B 60 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. September 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



**Stech**

LuK Lamellen und Kupplungsbau  
Beteiligungs KG  
Industriestraße 3  
77815 Bühl

GS 0563

### Verfahren zur Schlupfsteuerung einer Kupplung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schlupfsteuerung einer Kupplung, die  
5 zwischen Motor und Getriebe eines Kraftfahrzeuges angeordnet ist und durch  
eine Differenzdrehzahl aus Kupplungseingangs- und Kupplungsausgangsdreh-  
zahl geregelt wird.

Die Kupplung weist einen Positionierantrieb auf, durch den die Kupplung auf  
10 eine durch ein Positions-Sollsignal definierte Position eingestellt wird. Hierzu  
werden die Kupplungseingangsdrehzahl und die Kupplungsausgangsdrehzahl  
mittels Drehzahlsensoren erfasst und ein Positions-Sollsignal abhängig von der  
Differenz dieser Drehzahlen (Schlupfdrehzahl) derart erzeugt, dass der Schlupf  
gleich einem vorgegebenen Soll-Schlupf ist.

15 Steuerverfahren der genannten Art und Vorrichtungen zur Durchführung derar-  
tiger Verfahren sind im Stand der Technik bekannt. So offenbart die DE 42 41  
995 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Einstellung des Kupplungs-  
schlupfes einer einem Antriebmotor eines Kraftfahrzeuges im Kraftfluss nach-  
20 geordneten Reibungskupplung. In Abhängigkeit vom Betriebspunkt des An-

triebmotors wird eine Steuergröße, die aus einem Kennfeld für den Sollwert des Kupplungsschlupfes gebildet wird, unmittelbar auf das Kupplungsstellglied, über das der Kupplungsschlupf eingestellt werden kann, zur Wirkung gebracht.

- 5 Die EP 0 494 608 B1 offenbart ebenfalls eine Anordnung und ein Verfahren zur Regelung des Schlupfes einer zwischen Motor und Getriebe eines Kraftfahrzeugs angeordneten, automatisierten Reibungskupplung. Die Anordnung umfasst einen Positionierantrieb, der die Kupplung in Abhängigkeit von einem Positions-Sollsignal in eine durch das Positions-Sollsignal definierte Position ein-
- 10 stellt. Die Anordnung umfasst ferner Sensoren für die Kupplungseingangsdrehzahl und die Kupplungsausgangsdrehzahl sowie eine Schlupfregeleinrichtung, die das Positions-Sollsignal abhängig von der momentanen Differenz der erfassten Drehzahlen dergestalt erzeugt, dass die momentane Drehzahldifferenz gleich einer vorgegebenen Drehzahl-Solldifferenz ist. Diese Anordnung zeichnet
- 15 sich ferner dadurch aus, dass der Schlupfregeleinrichtung ein Kupplungskennlinienspeicher zugeordnet ist, der ein Positions-Sollsignal in Form einer Kennlinie in Abhängigkeit von Daten speichert, die das von der Kupplung in der Sollposition übertragene Drehmoment repräsentieren. Der Kupplungskennlinienspeicher erzeugt das Positions-Sollsignal entsprechend dem Wert des von
- 20 einer Drehmoment-Ermittlungseinrichtung detektierten momentanen Drehmoments des Motors. Die Schlupfregeleinrichtung überlagert dieses Positions-Sollsignal des Kupplungskennlinienspeichers einem von ihrem Regler erzeugten Regelungsanteil zur Erzeugung des Positions-Sollsignals. Durch dieses

Verfahren bzw. Vorrichtung kann der Kupplungsschlupf mit hoher Regelgüte eingehalten werden.

Weiter ist aus der DE 36 24 755 A1 ein Verfahren zur Minderung von Torsions-  
5 schwingungen im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs und zur Minderung der  
hierdurch hervorgerufenen Geräusche bekannt. Die zwischen dem Motor und  
dem Getriebe angeordnete Reibungskupplung wird von einer Schlupfregel-  
schaltung gesteuert, deren Sollwert-Geber den Schlupf abhängig vom Körper-  
schallpegel steuert. Der Schlupf wird so gesteuert, dass er mit wachsendem  
10 Körperschallpegel zunimmt. Der Maximalwert des Schlupfes wird in Abhängig-  
keit von der Motordrehzahl begrenzt, wobei der Maximalwert mit wachsender  
Motordrehzahl bis auf Null abnimmt.

Um den Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs von Motorschwingungen zu ent-  
15 koppeln, wird – wie voranstehend erläutert – bei Fahrzeugen mit automatisierter  
Kupplung, die Kupplung in bestimmten Drehzahlbereichen mit geringem  
Schlupf betrieben. Die dadurch erreichte Entkopplung erhöht den Fahrkomfort  
erheblich. Dazu muss jedoch die Differenzdrehzahl an der Kupplung relativ ge-  
nau eingestellt werden. Eine zu großer Schlupf führt nämlich zu erhöhtem  
20 Energieeintrag und Verschleiß, ein zu geringer Schlupf kann zum Haften der  
Kupplung und damit zu verringertem Fahrkomfort führen. Eine derartige  
Schlupfregelung setzt in der Regel eine automatisierte Kupplungsbetätigung  
voraus. Gemäß dem zitierten Stand der Technik wird eine derartige Schlupfre-  
gelung dadurch umgesetzt, dass das übertragbare Kupplungsmoment moduliert

wird, das heißt, dass über eine Stellgröße, die auf den Positionierantrieb der Kupplung einwirkt, diese mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen wird. Sobald jedoch so ein Stellgrößeneingriff vorgenommen wird, wird auch das Abtriebsmoment der Kupplung bzw. das Antriebsmoment, das auf das Fahrzeug wirkt, moduliert, was für den Fahrer unangenehm spürbar sein kann und den Fahrkomfort vermindert.

Dem gegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass als Stellgröße eine Schlupfdrehzahl bei konstantem oder sich mit konstantem Gradienten ändernden übertragbaren Kupplungsmoment einstellbar ist, ohne dass sich das dadurch veränderte Antriebsmoment beim Fahrer bemerkbar macht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art in der Weise gelöst, dass anstelle oder ergänzend zu dem durch die Differenzdrehzahl als Stellgröße für die Kupplung übertragbaren modulierten Kupplungsmoment ein Motordrehmoment als Stellgröße für die Kupplung angewandt wird.

Bei diesem Verfahren zur automatischen Regelung des Schlupfes einer zwischen Motor und Getriebe eines Kraftfahrzeuges angeordneten, automatisierten Reibungskupplung, die einen Positionsantrieb aufweist, durch den die Kupplung auf eine durch ein Positions-Sollsignal definierte Position eingestellt wird, werden die Kupplungseingangsdrehzahl und die Kupplungsausgangsdrehzahl mittels Drehzahlsensoren erfasst und ein Positions-Sollsignal abhängig von der

Differenz dieser Drehzahlen (Schlupfdrehzahl) derart erzeugt, dass der Schlupf gleich einem vorgegebenen Soll-Schlupf ist. Der Motor weist dabei eine ansteuerbare Einstelleinrichtung für das erzeugte Drehmoment auf, über die der Motor so einstellbar oder ansteuerbar ist, dass das erzeugte Drehmoment einem vorgegebenen Drehmoment-Sollwert entspricht. Zusätzlich zum Positions-Sollsignal oder anstatt des Positions-Sollsignals wird ein vom Schlupf abhängiges Drehmoment-Sollsignal erzeugt und der Einstelleinrichtung für das Drehmoment zugeführt, so dass der momentane Schlupf gleich einem vorgegebenen Soll-Schlupf ist.

In Ausgestaltung des Verfahrens wird aus der Stellung des Fahrpedals und dem momentanen Betriebszustand des Motors ein aktuelles Wunschkrehmoment des Fahrers für den Motor festgestellt, und dieses Wunschkrehmoment regelt als Stellgröße für die Kupplung den Schlupf derart, dass das übertragbare Kupplungsmoment auf das Wunschkrehmoment eingestellt und entsprechend moduliert wird.

Zweckmäßigerweise wird die Stellgröße für das übertragbare modulierte Kupplungsmoment gegen ruckartige Momentenänderungen, niederfrequente Schwingungen, vom Fahrer unbeabsichtigte minimale Wunschkrehmomentänderungen gefiltert. Dies geschieht in der Weise, dass die Drehzahlen zur Berechnung des Schlupfes und die Momente zeitlich gemittelte Werte sind, so dass sehr kurzzeitige Änderungen der Drehzahlen und der Momente durch die zeitliche Mittelung gefiltert bzw. geglättet werden.

In Weiterbildung der Erfindung wird das momentane Motordrehmoment so geregelt, dass sich an der Kupplung ein Schlupf einstellt, der dem momentanen Betriebszustand des Motors entspricht und dass der Schlupf konstant gehalten wird.

Die weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich aus den Maßnahmen der Patentansprüche 5 bis 9.

- 10 Der Vorteil der Erfindung ist im Wesentlichen darin zu sehen, dass etwa bei konstantem oder sich mit konstanter Geschwindigkeit änderndem übertragbaren Kupplungsmoment die Schlupfdrehzahl eingestellt werden kann, ohne dass der Fahrer ein verändertes Antriebsmoment spürt. Die Einstelleinrichtung für das Drehmoment des Motors kann eine ansteuerbare, automatisch betätigbare
- 15 Drosselklappe oder eine Zündeinrichtung für den Motor sein. Ein mit derartigen Einrichtungen ausgerüsteter Motor wird im Sinne der Erfindung als elektrisch ansteuerbar bezeichnet.

- Aus der Stellung des Fahrpedals (Gaspedals) und dem momentanen Betriebs-
- 20 zustand des Motors, wie Stellung der Drosselklappe und Motordrehzahl, wird ein aktuelles Fahrerwunschdrehmoment ermittelt, was beispielsweise auch über abgespeicherte Kennfelder erfolgen kann. Im Allgemeinen wird dieses Drehmoment ohnehin in der Motorsteuerung online berechnet und damit der Motor geregelt. Dieses Moment wird der Steuerung als Drehmoment-Sollsignal vorge-



geben. Ist nun die erfindungsgemäße Schlupfregelung aktiv, wird das übertragbare Kupplungsmoment auf das Fahrerwunschdrehmoment eingestellt und entsprechend moduliert. Diese Einstellung des Kupplungsmomentes kann, wie schon erwähnt, zusätzlich geeignet gefiltert werden, etwa um ruckartige Drehmomentenänderungen, niederfrequente Schwingungen oder vom Fahrer vermutlich nicht beabsichtigte, minimale Änderungen des Fahrerwunschdrehmomentes zu unterbinden. Hierzu werden in bekannter Weise zeitlich gemittelte Werte der Drehzahlen zur Berechnung des Schlupfes und für die Modulation der Drehmomente verwendet. Gleichzeitig wird das Drehmoment des Motors, z. B. mit Hilfe einer Regelung, die die Stellung der Drosselklappe entsprechend verändert, und/oder über eine Veränderung des Zündwinkels, so eingestellt, dass sich der in diesem Betriebszustand notwendige Schlupf, der in Tabellenform in der Steuerelektronik gespeichert sein kann, einstellt und konstant gehalten wird. Solange die Schwankungen in der Motordrehzahl klein genug bleiben, so dass der Fahrer sie nicht bemerkt, kann in besonders bevorzugter Ausführung das Motor-Istmoment abgasminimiert moduliert werden. So erfordert z. B. ein sehr schneller Motoreingriff bei einer Brennkraftmaschine in der Regel die Verstellung des Zündzeitpunktes, was zu einem verschlechterten Abgasverhalten führen kann. Können kleine Schwankungen der Schlupfdrehzahl akzeptiert werden, kann der Eingriff mittels der (langsameren) Drosselklappe abgasoptimal ausgeführt werden. Dieser Wert kann in Vorversuchen ermittelt und mitsamt seinen Abhängigkeiten von anderen Parametern in Tabellenform in der Steuerelektronik gespeichert werden. Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise besteht darin, das übertragbare Kupplungsmoment unterhalb des Fah-

rerwunschkrehmomentes einzuregeln. Die Drehmomentdifferenz kann über einen festen Betrag von beispielsweise etwa 10 Nm oder einen Faktor kleiner 1, also etwa von 0,93 bis 0,96, insbesondere 0,95 erreicht werden, mit dem das Fahrerwunschkrehmoment multipliziert wird, um zu dem einzuregelnden redu-

5 zierten Kupplungsmoment zu gelangen. Der so verminderte Wert wird dann der Steuerung als Drehmoment-Sollsignal vorgegeben. Der Vorteil dieser Verfahrensweise besteht darin, dass die Steuerung das Motormoment nicht über das Fahrerwunschkrehmoment hinaus erhöhen muss, sondern lediglich eine Momentenreduktion vorgenommen wird. Wegen der Momentenreduktion ist eine spezielle

10 Absicherung des Eingriffs in die Motorsteuerung nicht notwendig, da die Gefahr einer zu hohen Motordrehzahl bzw. eines zu hohen Motormoments nicht gegeben ist. Die Absenkung des Drehmoment-Sollsignals unter das Fahrerwunschkrehmoment kann auch dadurch erreicht werden, dass ein Zündwinkleingriff erfolgt. Da durch eine Verstellung des Zündwinkels in der Regel lediglich eine  
15 Absenkung des Motordrehmomentes erreicht wird, kann, umgekehrt durch eine Korrektur des Zündwinkels das Motordrehmoment auch wieder erhöht werden.

Der Vorteil dieser Verfahrensweise liegt darin, dass durch die extrem hohe Dynamik des Zündwinkleingriffs eine extrem schnelle Steuerung des Motordrehmomentes und damit der Schlupfdrehzahl möglich ist. Da jedoch der Zündwinkleingriff unter Umständen die Abgasqualität deutlich verschlechtert, sollte die  
20 Reduzierung des Motordrehmomentes über Zündwinkleingriff vorteilhafter Weise auf kurze Zeiträume beschränkt werden, in denen ein hochdynamisches Stellsignal aufgrund der Fahrsituation notwendig ist.

Bezüglich der elektronischen Regelungs- bzw. Steuerungseinrichtungen mit den entsprechenden Sensoren und Betätigungsmitteln und bezüglich der entsprechenden Steuerungs- bzw. Regelungsverfahren in Fahrzeugen mit automatisierten Kupplungen und Schaltgetrieben wird auf die DE 40 11 850 A1, die DE 44 26 260 A1, die DE 197 45 677 A1 und die EP 1 010 606 A1 in diesem Zusammenhang ausdrücklich verwiesen.

Bei den Steuerverfahren zur automatischen Regelung des Schlupfes der zwischen Motor und Getriebe des Kraftfahrzeuges angeordneten, automatisierten Reibungskupplung, die einen die Kupplung einstellenden Positionierantrieb aufweist, wird die Kupplung auf eine durch ein Positions-Sollsignal definierte Position eingestellt. Die Kupplungseingangsdrehzahl und die Kupplungsausgangsdrehzahl werden mittels Drehzahlsensoren erfasst und das Positions-Sollsignal abhängig von der Differenz dieser Drehzahlen, der so genannten Schlupfdrehzahl, derart erzeugt, dass der Schlupf gleich einem vorgegebenen Soll-Schlupf ist. Über eine ansteuerbare Einstelleinrichtung für das erzeugte Drehmoment wird der Motor so angesteuert, dass das erzeugte Drehmoment einem vorgegebenen Drehmoment-Sollwert entspricht. Zusätzlich zum Positions-Sollsignal oder anstatt des Positions-Sollsignals wird ein vom Schlupf abhängiges Drehmoment-Sollsignal derart erzeugt und der Einstelleinrichtung für das Drehmoment zugeführt, dass der momentane Schlupf gleich einem vorgegebenen Soll-Schlupf ist.

Zur Steuerung des Schlupfes ist im Allgemeinen eine programmierbare elektronische Steuereinheit vorgesehen, die Eingänge aufweist, die mit Mitteln zur Detektierung der Drehzahl des Motors und/oder des Getriebes und/oder der Tachowelle und/oder der Räder und/oder des beabsichtigten und/oder des eingelegten Ganges des Getriebes verbunden sind und die Ausgänge aufweist, über die Steuersignale an die elektrisch ansteuerbare Kupplungsvorrichtung und den elektrisch ansteuerbaren Motor gesendet werden.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindun-

gen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

LuK Lamellen und Kupplungsbau  
Beteiligungs KG  
Industriestraße 3  
77815 Bühl

GS 0563

### Patentansprüche

5 1. Verfahren zur Schlupfsteuerung einer Kupplung, die zwischen Motor und  
Getriebe eines Kraftfahrzeugs angeordnet ist und durch eine Differenzdreh-  
zahl aus Kupplungseingangs- und Kupplungsausgangsdrehzahl geregelt  
wird, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle oder ergänzend zu dem durch  
die Differenzdrehzahl als Stellgröße für die Kupplung übertragbaren modu-  
lierten Kupplungsmoment ein Motordrehmoment als Stellgröße für die  
10 Kupplung angewandt wird.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Stellung  
des Fahrpedals und dem momentanen Betriebszustand des Motors ein ak-  
tuelles Wunschkrehmoment des Fahrers für den Motor festgestellt wird, und  
dass dieses Wunschkrehmoment als Stellgröße für die Kupplung den  
Schlupf derart regelt, dass das übertragbare Kupplungsmoment auf das  
Wunschkrehmoment eingestellt und entsprechend moduliert wird.

20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgröße  
für das übertragbare modulierte Kupplungsmoment gegen ruckartige Mo-

mentenänderungen, niederfrequente Schwingungen, vom Fahrer unbeabsichtigte minimale Wunschkrehmomentänderungen gefiltert wird.

5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das momentane Motordrehmoment so geregelt wird, dass sich an der Kupplung ein Schlupf einstellt, der dem momentanen Betriebszustand des Motors entspricht und dass der Schlupf konstant gehalten wird.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei Motordrehzahlschwankungen von kleiner/gleich einer vorgegebene Drehzahlschwelle, vorzugsweise 100 U/min das Ist-Motordrehmoment abgasminimiert moduliert wird.

15 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das übertragbare Kupplungsmoment um einen einstellbaren festen Betrag oder einen einstellbaren Faktor gegenüber dem Wunschkrehmoment des Fahrers im momentanen Betriebszustand des Motors abgesenkt wird.

20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Absenkung des Kupplungsmoments gegenüber dem Wunschkrehmoment 10 bis 15 Nm beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zum Absenken des Kupplungsmoments der Faktor gegenüber dem Wunschkupplungsmoment des Fahrers 0,93 bis 0,96 beträgt.

- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Motordrehmoment durch sehr schnelles kurzzeitiges Verändern des Zündwinkels abgesenkt wird und dadurch die Schlupfdrehzahl der Kupplung entsprechend geregelt wird, um das übertragene Kupplungsmoment zu reduzieren.



LuK Lamellen und Kupplungsbau  
Beteiligungs KG  
Industriestraße 3  
77815 Bühl

GS 0563

### Zusammenfassung

#### Verfahren zur Schlupfsteuerung einer Kupplung

5

Bei einem Verfahren zur automatischen Regelung des Schlupfes einer zwischen Motor und Getriebe eines Kraftfahrzeuges angeordneten, automatisierten Reibungskupplung, die einen die Kupplung einstellenden Positionierantrieb aufweist, der die Kupplung auf eine durch ein Positions-Sollsignal definierte Position einstellt, werden die Kupplungseingangsdrehzahl und die Kupplungsausgangsdrehzahl mittels Drehzahlsensoren erfasst und ein Positions-Sollsignal abhängig von der Differenz dieser Drehzahlen (Schlupfdrehzahl) erzeugt. Diese Schlupfdrehzahl ist gleich einem vorgegebenen Soll-Schlupf und dient als Stellgröße für das übertragene Kupplungsmoment. An Stelle dieses Kupplungsmoments oder ergänzend hierzu, wird ein Motordrehmoment als Stellgröße für die Kupplung angewandt.

10

15